

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

18/03/4038

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 30 SEP 2003

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

102 44 821.3

Anmeldetag:

26. September 2002

Anmelder/Inhaber:

Philips Intellectual Property & Standards GmbH,
Hamburg/DE

(vormals: Philips Corporate Intellectual Property GmbH)

Bezeichnung:

Projektionssystem

IPC:

G 03 B 21/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.München, den 18. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner



ZUSAMMENFASSUNG

Projektionssystem

Es wird ein Projektionssystem zur Bildwiedergabe mit mindestens einer Lampe (10) sowie einem Sensor (30) zur Erzeugung eines Sensorsignals zur Erfassung von Änderungen des von der mindestens einen Lampe (10) abgegebenen Lichtstroms und zur Kompensation dieser Änderungen durch entsprechende Regelung der Bildwiedergabe beschrieben. Das Projektionssystem weist eine Einrichtung (31; 32; 36, 37) zur Beseitigung von im wesentlichen periodischen Störanteilen aus dem mit dem mindestens einen Sensor (30; 301, 302, 303) erzeugten Sensorsignal auf. Diese Störanteile können durch eine optische Komponente wie insbesondere einen Farbmodulator (12) des Projektionssystems hervorgerufen werden. Mit der Erfindung ist somit eine zumindest weitgehend störungsfreie Kompensation von Schwankungen des von der Lampe (10) abgegebenen Lichtstroms, zum Beispiel in Folge einer instabilen Bogenentladung, auch bei Farbsystemen möglich, wobei die Positionierung des Sensors (30) in dem Projektionssystem unkritisch ist.

Fig. 1

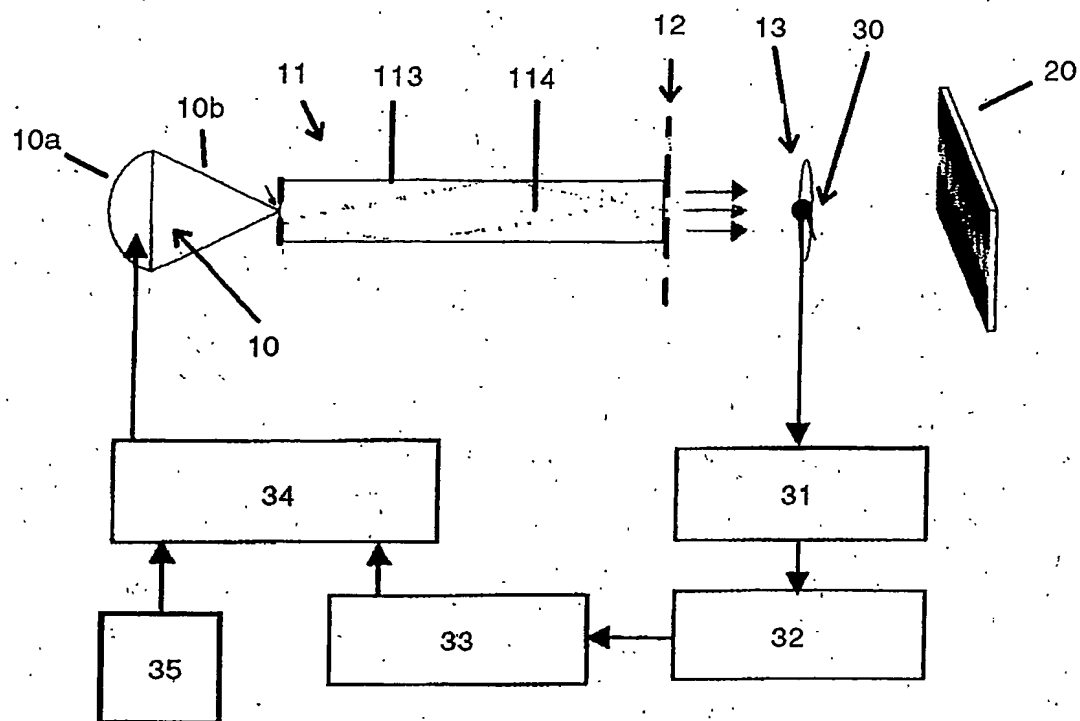


FIG. 1

BESCHREIBUNG

Projektionssystem

Die Erfindung betrifft ein Projektionssystem zur Bildwiedergabe mit mindestens einer Lampe sowie einem Sensor zur Erzeugung eines Sensorsignals zur Erfassung von
5 Änderungen des von der mindestens einen Lampe abgegebenen Lichtstroms und zur Kompensation dieser Änderungen durch entsprechende Regelung der Bildwiedergabe.

Als Lichtquelle werden in Projektionssystemen im allgemeinen eine oder mehrere Hochdruckgasentladungslampen (HID [high intensity discharge] -Lampe oder UHP
10 [ultra high performance] -Lampe) verwendet. Diese Lampen können prinzipiell sowohl mit Gleichstrom, als auch mit Wechselstrom betrieben werden. Beide Betriebsarten haben Vor- und Nachteile. Während mit einem Wechselstrom eine schnelle Erosion der Elektroden verhindert und die Effizienz der Lampe gesteigert werden kann, ist die Bogenentladung infolge der Polaritätswechsel häufig instabil, so dass periodische
15 Helligkeitsschwankungen oder andere Bildstörungen entstehen können. Auch bei einer mit Gleichstrom betriebenen Lampe ist es jedoch nicht auszuschließen, dass insbesondere mit zunehmender Betriebsdauer Instabilitäten der Bogenentladung zum Beispiel aufgrund eines inzwischen ungleichmäßigen Elektrodenabstandes auftreten, die insbesondere in Form eines Bogenspringens in Erscheinung treten können.

20 Zur Sicherstellung einer optimalen und störungsfreien Bildqualität während der gesamten Lebensdauer einer Entladungslampe sind deshalb bei beiden Betriebsarten vorzugsweise Sensoren zur Überwachung des abgegebenen Lichtstroms und zur entsprechenden Kompensation von kurzfristigen Schwankungen vorgesehen.

25 Insbesondere bei Farb-Projektionsdisplays, die mit zeitsequentiellen Farbwiedergabeverfahren arbeiten, können Schwankungen des abgegebenen Lichtstroms besonders störend in Erscheinung treten, wenn eine der Grundfarben mit einer anderen Helligkeit wieder-

geben wird als die anderen Grundfarben, oder wenn sich deren Helligkeit in bestimmten Bildbereichen von der Helligkeit in anderen Bildbereichen unterscheidet.

5 Gegenwärtig werden insbesondere zwei zeitsequentielle Farbwiedergabeverfahren unterschieden und angewandt:

Bei einem ersten Verfahren wird das Farbbild durch sequentielle Wiedergabe von vollständigen Bildern in den drei Grundfarben ("field sequential colour") und eventuell einem vierten weißen Bild auf dem Display erzeugt. Dieses Verfahren wird zum Beispiel
10 zur Zeit in den meisten DLP (digital light processing) -Projektoren angewandt.

Bei einem zweiten Verfahren wird das Farbbild dadurch erzeugt, dass sämtliche Grundfarben in Form von Farbbalken oder Farbstreifen nacheinander über das Display laufen ("scrolling colour"). Nach diesem Verfahren arbeiten zum Beispiel LCOS (liquid
15 crystal on silicon) -Displays (vgl. hierzu Shimizu: "Scrolling Colour LCOS for HDTV Rear Projection", in SID 01 Digest of Technical Papers, Vol. XXXII, Seiten 1072 bis 1075, 2001), sowie SCR-DMD (sequential colour recapture - digital micro mirror)-Projektionsdisplays (vgl. hierzu Dewald, Penn, Davis: "Sequential Colour Recapture and Dynamic Filtering: A Method of Scrolling Colour" in SID 01 Digest of Technical Papers,
20 Vol. XXXII, Seiten 1076 bis 1079, 2001).

Zur Erzeugung von Licht mit den drei Grundfarben weisen diese Systeme einen zwischen der Lichtquelle und dem Display angeordneten Farbmodulator auf, durch den erhebliche Helligkeitsschwankungen in dem System verursacht werden können. Dabei
25 ergibt sich die Schwierigkeit, dass die oben genannten Sensoren zur Überwachung des von der Lampe abgegebenen Lichtstroms diese Schwankungen nicht aufnehmen dürfen. Vielmehr soll mit den Sensoren ein Signal erzeugt werden, das im Idealfall proportional zu dem nach der optischen Integration im zeitlichen Mittel auf das Display auftreffenden Lichtstrom ist. Da jedoch bei den oben genannten Projektionssystemen die optische
30 Integration und die Farbmodulation eng benachbart angeordnet und miteinander

verknüpft sind, ist es relativ schwierig, eine geeignete Position für die Sensoren zu finden, in der diese den genannten Lichtstrom störungsfrei erfassen können.

Aus der DE 101 36 474.1 ist zum Beispiel ein elektronischer Schaltkreis zum Betreiben einer HID- oder UHP-Lampe bekannt, der einen Lampentreiber zum Bereitstellen eines
5 geregelten Lampenstromes für die Lampe und einen Helligkeitssensor zum Erzeugen eines Sensorsignals umfasst, das den von der Lampe abgegebenen Lichtstrom repräsentiert. Ferner ist ein Hoch- oder Bandpassfilter vorgesehen, mit dem das Sensorsignal gefiltert und anschließend dem Lampentreiber zur Regelung des
10 Lampenstroms zugeführt wird.

Durch das Hoch- oder Bandpassfilter sollen langfristige Änderungen des von der Lampe abgegebenen Lichtstroms, insbesondere ein Absinken mit zunehmender Lebensdauer, von den durch ein Bogenspringen verursachten kurzfristigen Schwankungen getrennt
15 und nur diese Schwankungen zur aktiven Regelung der Lampenleistung durch den Lampentreiber verwendet werden.

Eine solche aktive Regelung (LOC - light output control) kann jedoch dann nicht zuverlässig arbeiten, wenn das Sensorsignal mit Störanteilen überlagert ist, die, wie oben
20 erläutert wurde, zum Beispiel durch die von einem Farbmodulator verursachten Helligkeitsschwankungen verursacht werden.

Eine Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, besteht deshalb darin, ein Projektionssystem der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem Beeinträchtigungen der
25 Bildqualität infolge einer unbeabsichtigten Änderung des von der Lichtquelle abgegebenen Lichtstroms auch bei Vorhandensein von durch eine optische Komponente des Projektionssystems hervorgerufenen periodischen Helligkeitsschwankungen zumindest weitgehend vermieden werden.

Insbesondere soll mit der Erfindung ein Projektionssystem geschaffen werden, das mindestens eine Hochdruckgasentladungslampe aufweist, bei dem Beeinträchtigungen der Bildqualität durch Schwankungen des abgegebenen Lichtstroms, insbesondere infolge einer instabilen Bogenentladung, auch bei Anwendung eines zeitsequentiellen Farbdisplays, zumindest weitgehend vermieden werden.

Schließlich soll mit der Erfindung auch ein Projektionssystem mit zeitsequentieller Farbwiedergabe geschaffen werden, bei dem Farbartefakte infolge einer unbeabsichtigten Änderung des durch die Lichtquelle abgegebenen Lichtstroms zumindest weitgehend vermieden werden, insbesondere wenn als Lichtquelle eine oder mehrere, mit Wechselstrom betriebene Hochdruckgasentladungslampen eingesetzt werden.

Gelöst wird die Aufgabe gemäß Anspruch 1 mit einem Projektionssystem zur Bildwiedergabe mit mindestens einer Lampe sowie mindestens einem Sensor zur Erzeugung eines Sensorsignals zur Erfassung von Änderungen des von der mindestens einen Lampe abgegebenen Lichtstroms und zur Kompensation dieser Änderungen durch entsprechende Regelung der Bildwiedergabe, mit einer Einrichtung zur Beseitigung von im wesentlichen periodischen Störanteilen aus dem mit dem mindestens einen Sensor erzeugten Sensorsignal.

Die periodischen Störanteile in dem Sensorsignal können durch von einer optischen Komponente hervorgerufene Helligkeitsschwankungen (Modulationen) entstehen. Eine solche optische Komponente kann insbesondere ein Farbmodulator sein, wobei die Störanteile in diesem Fall im wesentlichen durch die unterschiedlichen Grundfarben bzw. Empfindlichkeiten des Sensors für die verschiedenen Grundfarben entstehen.

Die genannte Regelung der Bildwiedergabe erfolgt dabei zumindest in der Weise, dass Schwankungen der Bildhelligkeit oder resultierende Fehler in der Farb- und Graustufung für das menschliche Auge nicht mehr erkennbar sind. Zu diesem Zweck kann das von den Störanteilen befreite Sensorsignal zur Ansteuerung eines Lampentreibers

und/oder einer Graustufenmaske und/oder eines anderen Elementes zur Beeinflussung der Bildhelligkeit (wie ein elektrisch steuerbares optisches Filter) und/oder eines Displays verwendet werden.

- 5 Ein besonderer Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass die Positionierung des Sensors in Hinblick auf eine möglichst geringe Einwirkung der durch die optische Komponente (wie insbesondere den Farbmodulator) bewirkten Helligkeitsschwankungen nicht mehr kritisch ist. Der Sensor kann auch an einer Position hinter der Farbtrennung angeordnet werden. Dies hat insbesondere zur Folge, dass die oben genannte aktive Regelung des
- 10 Lampenstroms (LOC), mit der die Helligkeit eines auf dem Display wiedergegebenen Bildes verändert wird, nun auch bei zeitsequentiellen Farbwiedergabeverfahren (wie zum Beispiel LCOS-Displays und in DLP-Projektoren) ohne großen Mehraufwand anwendbar ist und eine zumindest weitgehende Unterdrückung der durch ein Bogenspringen verursachten Schwankungen des Lichtstroms ermöglicht.

15

Insbesondere besteht nun auch die Möglichkeit, den in der DE 102 20 510.8 beschriebenen Bildprojektor und das Verfahren zu dessen Betrieb, bei/mit dem eine durch ein Bogenspringen verursachte Helligkeitsschwankung in einer für das menschliche Auge nicht mehr sichtbaren Weise ausgeregelt wird, auch bei Verwendung

20 eines Farbmodulators anzuwenden bzw. durchzuführen.

25

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass in dem Fall, in dem die optische Komponente ein Farbmodulator ist und ein Field-sequentielles Farbwiedergabeverfahren angewendet wird, zugleich ein (verlustfreier) Feinabgleich der Farbtemperatur bzw. eine Optimierung

des darstellbaren Farbraums möglich ist, indem das Sensor-Ausgangssignal zeitabhängig

entsprechend dem Auftreten der betreffenden Grundfarbe verändert wird.

Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

Mit den Ausführungen gemäß den Ansprüchen 2 und 3 werden die Störanteile durch Ausfilterung der damit verbundenen Frequenzanteile in dem Sensorsignal beseitigt.

5 Mit der Ausführung gemäß Anspruch 4 wird das Sensorsignal einer zeitabhängigen Verstärkung unterzogen, um die Störanteile zu unterdrücken, während gemäß Anspruch 5 die Störanteile durch Subtraktion eines geeignet erzeugten synchronisierten Mittelwertes von dem Sensorsignal beseitigt werden.

10 Mit den Ausführungen gemäß den Ansprüchen 6 bis 8, die speziell für ein Projektionssystem mit einem Farbmodulator vorgesehen sind, werden unterschiedliche Empfindlichkeiten des oder der Sensoren für verschiedene Grundfarben durch selektive Verstärkung bzw. Dämpfung der betreffenden Sensorsignale kompensiert.

15 Die Ansprüche 9 bis 11 betreffen verschiedene Alternativen zur Regelung der Helligkeit des wiedergegebenen Bildes mit dem von den Störanteilen befreiten Sensorsignal, um Änderungen des von der Lampe abgegebenen Lichtstroms (zum Beispiel in Folge eines Bogenspringens) zu kompensieren.

20 Anspruch 12 beinhaltet schließlich eine Abwandlung in der Weise, dass die Farbtemperatur eines wiedergegebenen Bildes in gewünschter Weise eingestellt bzw. abgestimmt werden kann.

25 Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen anhand der Zeichnung. Es zeigt:

Fig. 1 einen prinzipiellen Aufbau eines Scrolling Colour / SCR-Farb-Projektionssystems mit einem Blockschaltbild wesentlicher elektrischer Komponenten gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

30 Fig. 2 einen Verlauf eines Sensorsignals;

- Fig. 3 ein schematisches Diagramm verschiedener Filterfunktionen;
Fig. 4 einen prinzipiellen Aufbau eines Scrolling Colour / SCR-Farb-Projektionssystems mit einem Blockschaltbild wesentlicher elektrischer Komponenten gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;
5 Fig. 5 einen prinzipiellen Aufbau eines Scrolling Colour / SCR-Farb-Projektionssystems mit einem Blockschaltbild wesentlicher elektrischer Komponenten gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung;
Fig. 6 verschiedene Spannungsverläufe in dem in Figur 5 gezeigten System;
Fig. 7 eine Teil-Darstellung einer vierten Ausführungsform der Erfindung; und
10 Fig. 8 eine Teil-Darstellung einer fünften Ausführungsform der Erfindung.

Bei den nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen (Figuren 1, 4, 5, 7 und 8) wird die Helligkeit eines auf dem Projektionsdisplay wiedergegebenen Bildes durch Veränderung des Lampenstroms mit einem Lampentreiber geregelt. Alternativ oder
15 zusätzlich dazu ist es jedoch auch möglich, die Helligkeit des Bildes mit Hilfe eines elektrisch steuerbaren optischen Filters, das zusätzlich in den Strahlengang zwischen der Lampe und dem Display eingebracht wird, und/oder einer Graustufenmaske in Form eines Faktors, mit dem die Helligkeit der Bildwiedergabe auf dem Display beaufschlagt wird, zu verändern. Im einzelnen sind diese beiden Alternativen, die sich insbesondere für
20 die in den DLP-Systemen verwendeten, sehr schnellen Displays anbieten, in der DE 102 20 510.8 beschrieben. Diese Druckschrift soll durch Bezugnahme zum Bestandteil dieser Offenbarung gemacht werden, so dass darauf im folgenden nicht mehr gesondert eingegangen werden muss.

- 25 Die Erfindung soll nachfolgend zunächst anhand eines nach dem oben genannten zweiten Verfahren arbeitenden Projektionssystems (Scrolling Colour System) mit einem SCR-DMD-Display beschrieben werden. Der Aufbau und die Funktionsweise eines solchen Projektionssystems sind in dem genannten Artikel "Sequential Color Recapture and Dynamic Filtering: A Method of Scrolling Color" von Dewald, Penn, Davis in SID 01
30 Digest of Technical Papers, Vol. XXXII, Seiten 1076 bis 1079, 2001 ausführlich

erläutert. Dieser Artikel soll durch Bezugnahme zum Bestandteil dieser Beschreibung gemacht werden.

Figur 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau des Beleuchtungsteils eines solchen Projektions-
systems. Dabei sind eine Lichtquelle mit einer Lampe 10 und einem Reflektor 10a sowie
5 wesentliche optische Komponenten dargestellt, nämlich ein Stabintegrator (Lichtre-
sonator) 11, ein Farbrad 12, eine Relay-Linse (Projektionsoptik) 13 und ein DMD-
Display 20, das über eine Ansteuereinrichtung in bekannter Weise angesteuert wird. Das
auf dem DMD-Display 20 erzeugte Bild wird schließlich mit einer Linse auf einen
10 Schirm oder eine Leinwand oder ähnliches (nicht dargestellt) projiziert.

Die Lichtquelle umfasst eine oder mehrere Hochdruckgasentladungslampen 10 sowie
einen oder mehrere Reflektoren 10a, mit denen ein Lichtkegel 10b auf eine Eintritts-
fläche des Stabintegrators 11 gerichtet wird.

15 Der Stabintegrator 11 weist einen hochreflektierenden Mantel 113 auf, der einen
Hohlraum 114 umschließt. Das in den Stabintegrator 11 eingekoppelte Licht wird an
dem Mantel 113 vielfach reflektiert und bei ausreichender Länge des Integrators 11
homogenisiert, so dass an dessen Austrittsfläche eine im wesentlichen gleichmäßige
20 Verteilung der Lichtintensität erzielt wird. Der Stabintegrator 11 kann auch durch einen
massiven Lichtleiter aus lichtleitendem Material, insbesondere Glas, gebildet sein.

Das Farbrad 12 (Farbmodulator) weist rote, grüne, blaue und transparente, jeweils
dichroitisch reflektierende Beschichtungen auf, die in Form eines RGB-Musters von
25 Archimedischen Spiralen angeordnet sind. Das Muster ist so bemessen, dass jeweils eine
oder mehrere farbige Spiralen den Querschnitt der Austrittsfläche des Integrators
bedecken. Das Muster hat die Eigenschaft, dass sich die Grenze zwischen den Farben
rot, grün und blau mit konstanter Geschwindigkeit in radialer Richtung bewegt, wenn
das Farbrad 12 gedreht wird. Dadurch bewegt sich das RGB-Muster mit nahezu
30 konstanter Geschwindigkeit über die Austrittsfläche des Stabintegrators. Der Abstand

zwischen der Austrittsfläche des Stabintegrators 11 und dem Farbrad 12 sollte zur Vermeidung von Lichtverlusten so klein wie möglich sein.

Mit der Relay-Linse 13 wird schließlich das RGB-Muster (Farbstreifen) auf das DMD-Display 20 projiziert. Wenn sich das Farbrad 12 dreht, bewegt sich dieses RGB-Muster kontinuierlich über das DMD-Display 20.

Weiterhin ist gemäß Figur 1 an der Relay-Linse 13 ein Lichtsensor 30 angeordnet. Da der Bereich zwischen dem Farbrad 12 und dem Display 20 im allgemeinen gefaltet ist, bieten sich jedoch auch andere Stellen an, an denen der Sensor 30 ohne Platzprobleme positioniert werden kann. Typischerweise wird der Sensor 30 dabei so positioniert, dass er den mittleren Bereich des Bildes erfasst. Alternativ dazu könnte der Sensor zum Beispiel auch in seitlicher Richtung zu der Relay-Linse 13 versetzt angeordnet sein, um Streulicht, wie insbesondere das von der Linse 13 zurückreflektierte Licht, aufzunehmen.

Figur 2 zeigt schematisch den zeitlich periodischen, gestuften Verlauf eines mit dem Sensor 30 in der dargestellten Position erzeugten Sensorsignals, sofern der Sensor 30 hinreichend klein ist und somit zu einem Zeitpunkt mit Ausnahme eines möglichst kurzen Übergangs zwischen zwei benachbarten Farbstreifen (der zu einem Übergang mit entsprechender Steilheit zwischen den Stufen des Sensorsignals führt) nur von jeweils einem Farbstreifen beleuchtet wird. Die drei unterschiedlichen Amplituden ergeben sich durch die unterschiedlichen Helligkeiten der drei Farbstreifen bzw. die unterschiedlichen Empfindlichkeiten des Sensors für die drei Grundfarben.

Ein ähnliches, entsprechend der Farbempfindlichkeit des Sensors gestuftes Sensorsignal ergibt sich auch bei dem oben genannten ersten Verfahren, bei dem das Farbbild durch zeitsequentielle Wiedergabe von vollständigen Bildern in den drei Grundfarben erzeugt wird, wobei im Falle eines zusätzlichen weißen Bildes eine entsprechende vierte Stufe erzeugt wird.

Um mit diesem Sensorsignal eine Schwankung des von der Lichtquelle abgegebenen Lichtstroms, zum Beispiel infolge einer instabilen Bogenentladung, durch Ansteuerung eines Lampentreibers und/oder eines elektrisch steuerbaren optischen Filters und/oder einer Graustufenmaske des Displays kompensieren zu können, ist es erforderlich, die durch die Farbstreifen (bzw. die Grundfarben-Bilder) hervorgerufene Modulation des Sensorsignals zu beseitigen. Hinsichtlich der Farbstreifen sind zwei Eigenschaften dieser Modulation von besonderer Bedeutung (wobei für die durch die Grundfarben-Bilder hervorgerufene Modulation entsprechendes gilt):

- 1.) Die Frequenz der Modulation, die durch die Drehgeschwindigkeit des Farbrades bestimmt wird, liegt aufgrund der Forderung, dass die Farbstreifen (bzw. die Grundfarben-Bilder) auf dem Display nicht sichtbar sein dürfen, deutlich oberhalb der Grenzfrequenz des menschlichen Auges.
 - 2.) Die Frequenz der Modulation ist außerdem sehr genau festgelegt und konstant, um einen korrekten Bildaufbau zu gewährleisten. Sie ist abhängig von der Synchronisation des Farbrades, wobei im Falle von mehreren Farbdurchläufen während einer Umdrehung des Farbrades weitere Modulationsfrequenzen auftreten können.
- Die Beseitigung dieser Modulation erfolgt mit den im folgenden erläuterten Schaltungskomponenten.

Gemäß der in Figur 1 gezeigten ersten Ausführungsform der Erfindung umfassen diese Schaltungskomponenten einen Verstärker 31, an dessen Eingang das Signal des Sensors 30 anliegt, ein Kammfilter 32, dem das mit dem Verstärker 31 verstärkte Sensorsignal zugeführt wird, ein HES (Human Eye Sensitivity)- Filter 33, das mit dem Ausgang des Kammfilters 32 verbunden ist, sowie einen regelbaren Lampentreiber 34, an dem eine Leistungsversorgung 35 sowie das Ausgangssignal des HES-Filters 33 anliegt und der einen geregelten Lampenstrom für die mit seinem Ausgang verbundene(n) Lampe(n) erzeugt.

Die Durchlasscharakteristik des Kammfilters 32 (I) und des HES-Filters 33 (II) sind in Figur 3 dargestellt. Außerdem sind in dieses Diagramm einige der Frequenzkomponenten (III) des Sensorsignals eingezeichnet, die durch die oben beschriebene Modulation hervorgerufen werden. Es handelt sich dabei um die Grundfrequenz der Farbstreifen und ihre Oberwellen.

Die sperrenden Frequenzbereiche des Kammfilters 32 sind so gelegt, dass zumindest die unteren Frequenzkomponenten der Modulation in diesen Bereichen liegen und damit die durch das Farbrad 12 erzeugten Störungen des Sensorsignals zumindest so weitgehend beseitigt werden, dass mit dem Sensorsignal eine durch eine instabile Bogenentladung oder andere Effekte verursachte Schwankung des abgegebenen Lichtstroms kompensiert und somit eine Bildstörung vermieden werden kann.

Ein weiteres Kriterium bei der Dimensionierung des Kammfilters 32 besteht darin, die für das HES-Filter 33 wichtigen Signalkomponenten so wenig wie möglich zu beeinflussen. Zu diesem Zweck werden die Flanken des Kammfilters, die die sperrenden Frequenzbereiche begrenzen, möglichst steil gemacht.

Eine insbesondere in dieser Hinsicht vorteilhafte zweite Ausführungsform der Erfindung ist in Figur 4 gezeigt. Gleiche oder einander entsprechende Teile wie in Figur 1 sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet, so dass im wesentlichen nur auf die Unterschiede eingegangen werden muss.

Das von dem Lichtsensor 30 erzeugte Signal wird auch hierbei mit einem Verstärker 31 verstärkt, mit einem Kammfilter 32 sowie einem HES-Filter 33 gefiltert und einem Lampentreiber 34 zur Ansteuerung der mindestens einen Lampe 10 zugeführt.

Weiterhin ist eine Bildverarbeitungs- und Steuereinheit 21 mit einem Bildprozessor gezeigt, an der ein darzustellendes Videosignal Vid anliegt und die zur Ansteuerung des Displays 20 dient. Von der Einheit 21 wird ein Bild-Synchronsignal abgeleitet, das zur

Steuerung der Lampe 10 über den Lampentreiber 34 sowie zur Steuerung des Farbrades 12 dient. Das Bild-Synchronsignal wird auch dem Kammfilter 32 zugeführt und steuert die Filtercharakteristik entsprechend der über den Sensor 30 laufenden Farbstreifen.

5 Zu diesen Zweck ist das Kammfilter in einer Technologie aufgebaut, in der die Filterfrequenzen durch ein Taktsignal proportional beeinflusst werden können. Solche Filter sind zum Beispiel geschaltete Kondensator-Filter (switched capacitor filter) oder alle Arten von digitalen Filtern. Mit Hilfe des Bild-Synchronsignals wird nun der Takt, mit dem das Kammfilter betrieben wird, in einem festen Verhältnis eingestellt (im
10 allgemeinen ein Vielfaches der Synchronisationsfrequenz, die Einstellung erfolgt zum Beispiel mit einer PLL-Schleife). Damit wird erreicht, dass die Filterfrequenzen stets genau auf die Farbfrequenz abgestimmt sind.

Da somit das gleiche Synchronsignal sowohl zur Steuerung des Farbrades 12 (und damit
15 der die Störungen verursachenden, über den Sensor laufenden Farbstreifen), als auch zur Steuerung der diese Störungen unterdrückenden Filtercharakteristik des Kammfilters 32 verwendet wird, können aufgrund der hohen Synchronität in relativ einfacher Weise sehr steile Filterflanken realisiert werden. Weiterhin treten keine Toleranzprobleme auf, und es ist kein Abgleich erforderlich.

20 Das Ausgangssignal des Kammfilters 32 kann optional auch zu der Bildverarbeitungs- und Steuereinheit 21 zurückgekoppelt werden (gestrichelt angedeutet), um damit alternativ oder zusätzlich zu dem Lampentreiber 34 das Display 20 anzusteuern und die Bildhelligkeit auf diese Weise entsprechend zu regeln. Diese Alternative ist insbesondere
25 für eine schnelle Ausregelung von verbleibenden Rest-Schwankungen und in diesem Zusammenhang mit den in DLP-Systemen verwendeten schnellen Displays vorteilhaft einsetzbar, wie sie in der oben genannten DE 102 20 510.8 offenbart sind.

Eine dritte Ausführungsform der Erfindung ist in Figur 5 gezeigt. In dieser Figur sind
30 wiederum gleiche oder einander entsprechende Teile wie den Figuren 1 und 4 mit

gleichen Bezugsziffern bezeichnet, so dass im wesentlichen nur die Unterschiede erläutert werden sollen.

Das von dem Lichtsensor 30 erzeugte Signal wird mit einem Verstärker 31 verstärkt und anschließend einer Einheit 36 zur Erzeugung eines gleitenden Mittelwertes sowie einem damit verbundenen Subtrahierer 37 zugeführt. Der Ausgang des Subtrahierers 37 ist mit einem HES-Filter 33 verbunden, dessen Ausgangssignal einem Lampentreiber 34 zugeführt wird. Der Lampentreiber 34 erzeugt aus einer Leistungsversorgung 35 einen Lampenstrom zum Betrieb der mindestens einen Lampe 10.

Ferner ist in Figur 5 eine Bildverarbeitungs- und Steuereinheit 21 gezeigt, der ein darzustellendes Videosignal Vid zugeführt wird und die zur Ansteuerung des Displays 20 dient. Von der Einheit 21 wird wiederum ein Bild-Synchronsignal abgeleitet, das zur Steuerung des Farbrades 12 mittels einer Motorsteuerung 22 dient.

Bei dieser dritten Ausführungsform werden die durch das Farbrad 12 verursachten Störungen des Sensorsignals durch Subtraktion genau dieser Störungen von dem Sensorsignal mittels des Subtrahierers 37 beseitigt. Der zu subtrahierende Anteil wird mit der Einheit 36 erzeugt, indem durch eine mit der Farbfrequenz synchronisierte Mittelwertbildung exakt der mit dem Farbrad synchrone Anteil des Sensorsignals ermittelt wird.

Die Einheit 36 zur Erzeugung des gleitenden Mittelwertes beinhaltet vorzugsweise einen Mikrocontroller mit einer Steuereinheit, einem Speicher, einem A/D-Wandler sowie einem D/A-Wandler. Das in der Steuereinheit implementierte Programm realisiert dabei zum Beispiel die folgenden Funktionen und Abläufe:

Zunächst wird mit einem Synchronsignal ein Zähler N auf 0 gesetzt und eine Hauptschleife gestartet.

Optional wird beim Eintreffen eines Synchronsignals durch Vergleich der Abstände vorhergehende Synchronsignale geprüft, ob sich die Frequenz des Farbrades geändert hat. Sofern dies der Fall ist, wird der Mittelwert rückgesetzt.

5 Die Hauptschleife beinhaltet folgende Schritte:

- Ausgeben eines Abtastwertes X_N über den D/A-Wandler an den Ausgang der Einheit 36 zur Subtraktion von dem Sensorsignal,
- Messen eines neuen Abtastwertes Y_N an dem A/D-Wandler,
- Bilden des gleitenden Mittelwertes durch gewichtete Addition gemäß folgender

- 10 Gleichung: $X_N = X_N * Z + Y_N * (1-Z)$, wobei Z der Gewichtungsfaktor ist (zum Beispiel $Z = 0,999$),
- Erhöhen von N : $N = N + 1$,
 - Warten bis zur nächsten Abtastzeit.

- 15 Mathematisch gesehen stellt diese Mittelwertbildung eine sehr lange Kette von Signal-Verzögerungsgliedern (Allpass) mit langsam kleiner werdenden Gewichtungsfaktoren dar. Die Verzögerungszeit wird durch den Maximalwert von N (vor dem nächsten Synchronsignal) und der Abtastzeit bestimmt. Zusammen mit dem Subtrahierer entsteht dann ein nahezu ideales Kammfilter.

20

Der Subtrahierer 37 ist in der einfachsten Form mit einem Operationsverstärker realisierbar.

Die dritte Ausführungsform stellt somit im wesentlichen eine Variante der zweiten

25

Ausführungsform dar, bei der anstelle der Kammfilterung im Frequenzbereich gleitende Mittelwerte durch den beschriebenen digitalen Filter ("Filterung" im Zeitbereich) erzeugt und von dem Sensorsignal subtrahiert werden.

- Das Ausgangssignal des Subtrahierers 37 kann optional auch zu der Bildverarbeitungs- und Steuereinheit 21 zurückgekoppelt werden (gestrichelt angedeutet), um damit wie bei
- 30

der in Figur 4 gezeigten zweiten Ausführungsform alternativ oder zusätzlich zu dem Lampentreiber 34 das Display 20 anzusteuern und die Bildhelligkeit auf diese Weise entsprechend zu regeln. Diese Alternative ist wiederum insbesondere für eine schnelle Ausregelung von verbleibenden Rest-Schwankungen und in diesem Zusammenhang mit den in DLP-Systemen verwendeten schnellen Displays vorteilhaft einsetzbar, wie sie in der oben genannten DE 102 20 510.8 offenbart sind.

Es besteht auch die Möglichkeit, die Verarbeitung, die mit dem Subtrahierer 37 und / oder dem HES-Filter 33 durchgeführt wird, alternativ in dem Mikrocontroller der Einheit 36 erfolgen zu lassen. Ferner ist es auch möglich, den Verstärker 31, die Einheit 36, den Subtrahierer 37 sowie das HES-Filter 33 als Funktionseinheit in dem Lampentreiber 34 zu realisieren.

Figur 6 zeigt gemessene zeitliche Spannungsverläufe an verschiedenen Schaltungskomponenten der dritten Ausführungsform gemäß Figur 5. Die Kurve (3) stellt das mit der Modulation beaufschlagte (gestörte) Sensorsignal dar, das nach der Verstärkung an der Einheit 36 und dem Subtrahierer 37 anliegt. Der Einheit 36 wird ferner ein zum Beispiel aus der Motorsteuerung 22 abgeleitetes Synchronsignal gemäß Kurve (4) zugeführt. Die Kurve (B) zeigt den berechneten Mittelwert am Ausgang der Einheit 36. Durch Subtraktion in dem Subtrahierer 37 erhält man an dessen Ausgang das Signal (D), das den typischen Verlauf des Lichtflusses der Lampe wiedergibt. Dieser Verlauf beinhaltet keine mit dem Farbrad 12 korrelierenden Komponenten mehr, sondern nur noch die mit dem Lampenstrom auftretenden Lichtschwankungen. Die Kurve (1) stellt schließlich den Lampenstrom am Ausgang des Lampentreibers 34 dar.

Die Figuren 7 und 8 zeigen eine vierte bzw. fünfte Ausführungsform der Erfindung. In diesen Darstellungen ist der Beleuchtungsteil eines Projektionssystems zusammengefasst dargestellt und mit dem Buchstaben L bezeichnet. Dieser Beleuchtungsteil L umfasst jeweils entsprechend den Figuren 1, 4 und 5 im wesentlichen eine Lichtquelle mit einer Lampe, einem Reflektor, einem Stabintegrator, einem Farbmodulator, einer Relay-Linse

(Projektionsoptik) und einem Display. Weiterhin ist in diesen Figuren ein regelbarer Lampentreiber 34 dargestellt, der von dem bzw. den Ausgangssignalen eines Sensors 30 bzw. von Sensoren 301, 302, 303 beaufschlagt wird und wie bei den in den Figuren 1, 4 und 5 gezeigten Ausführungsformen zur Leistungsversorgung der Lampe 10 dient.

5

Bei der vierten Ausführungsform (Figur 7) werden die durch den Farbmodulator hervorgerufenen Störanteile (Modulationen) des Sensorsignals dadurch beseitigt, dass der Sensor für die drei Grundfarben ein jeweils zumindest im wesentlichen gleiches Signal liefert. Dadurch hat jede der von dem Farbmodulator zeitsequentiell erzeugten Farben ein Sensorsignal mit jeweils im wesentlichen gleichem Pegel zur Folge. Das Sensorsignal ist somit bei konstantem Lichtstrom der Lampe 10 ebenfalls konstant und ändert sich nur in Abhängigkeit von einer Änderung dieses Lichtstroms.

10

Zu diesem Zweck wird an einer im wesentlichen beliebigen Stelle des Beleuchtungsteils L zwischen der Lampe und dem Projektionsdisplay ein geringer Teil des Lichtes abgezweigt und einem ersten Strahlteiler 340 zugeführt.

15

Am Ausgang des ersten Strahlteilers 340 sind drei Lichtkanäle, zum Beispiel in Form von Glasfasern angeschlossen, die das Licht auf eine Filteranordnung aus einem ersten Farbfilter 310, einem zweiten Farbfilter 320 bzw. einem dritten Farbfilter 330 richten. Diese Farbfilter sind jeweils nur für eine der drei Grundfarben durchlässig. Nachgeschaltet ist den Farbfiltern jeweils ein farbneutrales Transmissionsfilter 311, 321, 331, dessen Transmissionsvermögen gemäß noch folgender Erläuterung in Abhängigkeit von der Empfindlichkeit des Sensors in dem spektralen Bereich der Grundfarbe des betreffenden Lichtkanals ermittelt wird, so dass unterschiedliche Empfindlichkeiten des Sensors für die drei Grundfarben durch entsprechende Dämpfung mit den Transmissionsfiltern 311, 321, 331 ausgeglichen werden.

20

25

Die in den drei Kanälen geführten Lichtanteile werden dann mit einem zweiten Strahlteiler 341 wieder kombiniert und auf den Sensor 30 gerichtet. Mit dem Ausgangssignal

30

des Sensors 30 wird dann, wie oben bereits erwähnt, der Lampentreiber 34 so geregelt, dass Helligkeitsschwankungen des von der Lampe abgegebenen Lichtstroms verhindert werden.

- 5 Diesem Funktionsprinzip liegt die Überlegung zugrunde, dass das elektrische Antwortsignal des Sensors r auf alle drei Grundfarben R, G, B gemäß folgender erster Gleichung gleich gemacht wird: $r(R) = r(G) = r(B)$.

Weiterhin gilt für das elektrische Antwortsignal eines Sensors folgende zweite

- 10 Gleichung: $r(\lambda) = c I(\lambda) T(\lambda) S(\lambda) F(\lambda)$, wobei c eine Konstante, $I(\lambda)$ das Leistungsspektrum des Lampenlichtes, $T(\lambda)$ das Transmissionsvermögen des optischen sowie des Filtersystems, $S(\lambda)$ die spektrale Empfindlichkeit des Sensors und $F(\lambda)$ das Transmissionsvermögen eines zusätzlichen Filters vor dem Sensor bezeichnet.

- 15 Schließlich gilt für die mittlere Lichtmenge jeder Farbe zwischen den Wellenlängen λ_1 und λ_2 , die die Grenzen der durch das System definierten Grundfarben darstellen, jeweils folgende dritte Gleichung: $I(C_{RGB}) = \int d\lambda I(\lambda)$.

- Diese drei Gleichungen können zur rechnerischen Ermittlung der Transmissionsvermögen $F(\lambda)$ der Transmissionsfilter 311, 321, 331 verwendet werden, mit denen jede der Grundfarben beaufschlagt wird, um eine für alle Grundfarben gleiche Empfindlichkeit des Sensors 30 zu erzielen.

- Anstelle von drei einzelnen Farbfiltern 310, 320, 330 und drei einzelnen Transmissionsfiltern 311, 321, 331 kann auch ein einziges Filter (nicht dargestellt) mit drei Transmissionsbereichen in den Grundfarben verwendet werden. Dabei wird das Transmissionsvermögen entsprechend den oben beschriebenen Gleichungen wiederum für jeden spektralen Grundfarben-Bereich so ermittelt, dass unterschiedliche Empfindlichkeiten des Sensors 30 für die drei Grundfarben durch entsprechende Dämpfung ausgeglichen werden. In diesem Fall sind auch die beiden Strahlteiler 340, 341 nicht erforderlich.

Figur 8 zeigt die fünfte Ausführungsform der Erfindung, wobei gleiche Teile wie in Figur 7 mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet sind.

Auch hierbei wird ein aus dem Beleuchtungsteil L abgezweigter Lichtanteil einem ersten Strahlteiler 340 zugeführt, in drei Lichtkanäle aufgeteilt und jeweils auf einen ersten Farbfilter 310, einen zweiten Farbfilter 320 bzw. einen dritten Farbfilter 330 gerichtet. Diese Filter sind wiederum jeweils nur für eine der drei Grundfarben durchlässig. Im Unterschied zu der vierten Ausführungsform gemäß Figur 7 ist hinter jedem Farbfilter 310, 320, 330 ein Sensor 301, 302, 303 angeordnet. Die Sensorsignale werden jeweils mit einem Verstärker 312, 322, 332 verstärkt. Die Verstärkungsfaktoren der Verstärker werden in analoger Weise wie die Transmissionsvermögen der Transmissionsfilter 311, 321, 331 gemäß obiger Erläuterung so ermittelt, dass unterschiedliche Empfindlichkeiten der Sensoren für die drei Grundfarben aneinander angeglichen werden, so dass die Sensoren eine zumindest im wesentlichen gleiche Empfindlichkeit für die Grundfarben aufweisen.

Die Ausgangssignale der Verstärker 312, 322, 332 werden schließlich mit einem Mischer 342 kombiniert und anschließend dem Lampentreiber 34 zur Regelung des Lampenstroms in der oben beschriebenen Weise zugeführt.

Ein besonderer Vorteil dieser fünften Ausführungsform besteht darin, dass sie auch bei solchen SCR-Systemen anwendbar ist, bei denen der Farbmodulator (Farbrad) ein weißes (transparentes) Segment aufweist. Dieses dient im allgemeinen dazu, die Helligkeit auf dem Bildschirm zu erhöhen.

Dabei ist die Tatsache zu berücksichtigen, dass ein solches weißes Segment im Zeitintervall seines Auftretens zu einem im Vergleich zu den Grundfarben erhöhten Sensorsignal an dem Lampentreiber 34 und damit zu einem Störanteil führen würde, der zur ungestörten Erfassung des von der Lampe abgegebenen Lichtstroms beseitigt werden muss.

Zu diesem Zweck kann man sich die Eigenschaft zunutze machen, dass das weiße (transparente) Segment im Gegensatz zu den Grundfarben bei allen drei Sensoren 310, 302, 303 gemäß Figur 8 zu einem erhöhten Ausgangssignal führt. Dies kann mit dem Mischer 342 erfasst und durch entsprechende Regelung kompensiert werden, indem in diesem Zeitintervall zum Beispiel nur ein Sensor-Ausgangssignal weitergeschaltet oder eine Begrenzung des Mischer-Ausgangssignals auf die Höhe eines Sensor-Ausgangssignals vorgenommen wird oder alle Sensor-Ausgangssignale gesperrt werden.

Die im Zusammenhang mit den Figuren 1, 4, 5, 7 und 8 beschriebene erfindungsgemäße Beseitigung der durch die Farbbalken (scrolling colour - Verfahren) verursachten Störanteile des Sensorsignals ist auch anwendbar, wenn Bilder mit den drei Grundfarben sowie ggf. einem weißen Bild nacheinander (field sequential colour - Verfahren) auf dem Display wiedergegeben werden. Dieses Verfahren wird zum Beispiel bei DLP-Projektoren häufig angewandt.

Im Falle der ersten und zweiten Ausführungsform gemäß den Figuren 1 und 4 sind hierzu die Frequenzen des Kammfilters bzw. das zu seiner Einstellung dienende Bild-Synchronsignal auf die Wiederholfrequenz der Grundfarben-Bilder abzustimmen. Im Falle der dritten Ausführungsform gemäß Figur 5 ist die Mittelwertbildung mit dieser Wiederholfrequenz zu synchronisieren. Darüber hinaus gelten die Erläuterungen zu der ersten bis dritten Ausführungsform sinngemäß auch hierbei.

Weiterhin kann in dem Fall, in dem das Sensorsignal einen gestuften Verlauf aufweist, wie er zum Beispiel in Figur 2 dargestellt ist, die in den Figuren 4 und 5 gezeigte zweite bzw. dritte Ausführungsform so abgewandelt werden, dass das dort genannte, von der Bildverarbeitungs- und Steuereinheit 21 erzeugte Bild-Synchronsignal dazu verwendet wird, den Verstärkungsfaktor des Verstärker 31 in Abhängigkeit von der gerade auf den Sensor 30 einfallenden Grundfarbe bzw. dem Farbstreifen so zu verändern, dass sich für alle Farben bei gleichem, von der Lampe abgegebenen Lichtstrom ein Sensorsignal mit gleichem Pegel ergibt und damit die in Figur 2 gezeigten Stufen auf gleicher Höhe liegen.

Das Kammfilter 32 bzw. die Einheit 36 zur Erzeugung des gleitenden Mittelwertes und der Subtrahierer 37 können dabei entfallen.

Da die relative Lage der in Figur 2 gezeigten Stufen des Sensorsignals aus dem Lampenspektrum, den Farbfilterfunktionen und der Sensorempfindlichkeit vorausberechnet werden kann, können auch die zu ihrer Angleichung erforderlichen Verstärkungsfaktoren berechnet werden.

Die Berechnung der Verstärkungsfaktoren für die einzelnen Grundfarben erfolgt dabei in analoger Weise so, wie es oben für die Berechnung der Transmissionsvermögen der Transmissionsfilter 311, 321, 331 im Zusammenhang mit der vierten Ausführungsform gemäß Figur 7 bzw. der Berechnung der Verstärkungsfaktoren der Verstärker 312, 322, 332 im Zusammenhang mit der fünften Ausführungsform gemäß Figur 8 beschrieben wurde. Der Verlauf der Verstärkungsfaktoren würde sich somit invers zu dem Verlauf des nichtkorrigierten Sensorsignals (wie es zum Beispiel in Figur 2 gezeigt ist) darstellen, so dass sich bei der Überlagerung der beiden Verläufe im wesentlichen eine Gerade und damit eine konstante Übertragungsfunktion zwischen den Grundfarben und dem dadurch erzeugten Sensorsignal ergibt.

Dabei hat sich gezeigt, dass eventuelle kurze Störungen des Sensorsignals, die durch das Schalten der Verstärkungsfaktoren an den Übergängen zwischen den Stufen entstehen und eine (geringe) Restmodulation des Sensorsignals und damit des Lampenstroms und der Lampenleistung verursachen können, sich nicht sichtbar auswirken, da sie weitgehend hochfrequenter Natur sind und somit durch das HES-Filter 33 unterdrückt werden.

Bei dem ersten Farbwiedergabeverfahren (field sequential colour) ist schließlich auch ein (verlustfreier) Feinabgleich der Farbtemperatur bzw. eine Optimierung des dargestellten Farbraums möglich, indem die unterschiedlichen Empfindlichkeiten des oder der Sensoren für die Grundfarben nicht wie bei einer konstanten Übertragungsfunktion

aneinander angeglichen, sondern gezielt relativ zueinander eingestellt werden.

Dies kann durch entsprechendes Schalten des Verstärkungsfaktors gemäß der oben erläuterten abgewandelten zweiten oder dritten Ausführungsform erreicht werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Transmissionsvermögen der Transmissionsfilter 311, 321, 331 bei der vierten Ausführungsform gemäß Figur 7 bzw. die Verstärkungsfaktoren der Verstärker 312, 322, 332 bei der fünften Ausführungsform gemäß Figur 8 in der Weise zu variieren, dass sich ein entsprechender, nicht-geradliniger Verlauf der genannten Übertragungsfunktion und damit die gewünschte Farbtemperatur des dargestellten Bildes ergibt.

Im einzelnen werden dazu in der oben genannten zweiten Gleichung anstelle des tatsächlichen Leistungsspektrums $I(\lambda)$ des Lampenlichtes ein Wunschspektrum eingesetzt und dafür die Transmissionsvermögen $F(\lambda)$ der Transmissionsfilter (bzw. die Verstärkungsfaktoren) ermittelt.

Wenn also das Wunschspektrum zum Beispiel einen höheren Rotanteil erhalten soll, wird das Transmissionsvermögen des hinter dem roten Farbfilter liegenden Transmissionsfilters vermindert (Figur 7) bzw. das Sensorsignal während der Einstrahlung der roten Grundfarbe etwas weniger verstärkt. Dadurch erhöht der Lampentreiber über die Stromregelung die Lampenleistung während der Wiedergabe der roten Grundfarbe entsprechend, so dass die Farbtemperatur des Bildes in den roten Bereich verschoben wird.

Alternativ zum Schalten der Verstärkungsfaktoren ist es auch möglich, zur Erzeugung des gewünschten Verlaufes der genannten Übertragungsfunktion entsprechende konstante Spannungswerte an den jeweiligen Stufen des Sensor-Ausgangssignals zu subtrahieren.

Schließlich sei darauf hingewiesen, dass das erfindungsgemäße Prinzip auch dann anwendbar ist, wenn nicht drei, sondern eine andere Anzahl von Grundfarben erzeugt und wiedergegeben wird.

PATENTANSPRÜCHE

1. Projektionssystem zur Bildwiedergabe mit mindestens einer Lampe (10) sowie mindestens einem Sensor (30; 301, 302, 303) zur Erzeugung eines Sensorsignals zur Erfassung von Änderungen des von der mindestens einen Lampe (10) abgegebenen Lichtstroms und zur Kompensation dieser Änderungen durch entsprechende Regelung der Bildwiedergabe, mit
5 einer Einrichtung (31; 32; 36, 37) zur Beseitigung von im wesentlichen periodischen Störanteilen aus dem mit dem mindestens einen Sensor (30; 301, 302, 303) erzeugten Sensorsignal.
2. Projektionssystem nach Anspruch 1,
10 bei dem die Einrichtung ein Kammfilter (32) zur Filterung des Sensorsignals und zur zumindest weitgehenden Unterdrückung von Frequenzanteilen des Sensorsignals aufweist, die durch die Störanteile erzeugt werden.
3. Projektionssystem nach Anspruch 2,
15 bei dem die Filtercharakteristik des Kammfilters (32) durch ein mit einem Ansteuersignal eines Farbmodulators (12), der die Störanteile hervorruft, synchrones Signal regelbar ist.
4. Projektionssystem nach Anspruch 1,
bei dem die Einrichtung einen Verstärker (31) für das Sensorsignal aufweist, dessen
20 Verstärkung zur zumindest weitgehenden Unterdrückung der Störanteile entsprechend der Frequenz der Störanteile schaltbar ist.
5. Projektionssystem nach Anspruch 1,
bei dem die Einrichtung eine Einheit (36) zur Erzeugung eines mit den Störanteilen
25 synchronisierten gleitenden Mittelwertes des Sensorsignals sowie einen Subtrahierer (37) zur Subtraktion dieses gleitenden Mittelwertes von dem Sensorsignal aufweist.

6. Projektionssystem nach Anspruch 1,
mit einem Farbmöduator (12) zur zeitsequentiellen Erzeugung von Grundfarben, bei dem
die Einrichtung eine Filteranordnung (310, 320, 330) zur Zerlegung eines in dem
Projektionssystem geführten Lichtanteils in die Grundfarben sowie eine Anordnung (311,
5 321, 331; 312, 322, 332, 342) zur Kompensation von unterschiedlichen Empfindlichkeiten
des mindestens einen Sensors (30; 301, 302, 303) für die Grundfarben durch Verstärkung
und/oder Dämpfung der betreffenden Grundfarben aufweist.

7. Projektionssystem nach Anspruch 6,
10 bei dem die Anordnung zur Kompensation der unterschiedlichen Empfindlichkeiten des
Sensors mindestens ein Transmissionsfilter (311, 321, 331) mit einem entsprechend
ermittelten Transmissionsvermögen aufweist.

8. Projektionssystem nach Anspruch 6,
15 bei dem für jede Grundfarbe ein Sensor (301, 302, 303) mit einem Verstärker (312, 322,
332) vorgesehen ist, wobei die Verstärkung mindestens eines der Verstärker zur
Kompensation der unterschiedlichen Empfindlichkeiten der Sensoren (301, 302, 303) für die
Grundfarben einstellbar ist und ein Mischer (342) zur Mischung der Ausgangssignale der
Verstärker vorgesehen ist.

20 9. Projektionssystem nach Anspruch 1,
bei dem die Regelung der Bildwiedergabe durch Regelung der Helligkeit des
wiedergegebenen Bildes vorgenommen werden kann.

25 10. Projektionssystem nach Anspruch 9,
bei dem die Helligkeit des wiedergegebenen Bildes durch Veränderung des Lampenstroms
regelbar ist.

11. Projektionssystem nach Anspruch 9,
30 bei dem die Helligkeit des wiedergegebenen Bildes durch ein elektrisch steuerbares Filter
und / oder eine zur Bildinformation hinzugefügte Graustufenmaske und / oder eine
Modifikation der Schaltzeiten des Displays regelbar ist.

12. Projektionssystem nach Anspruch 1,
mit einer zeitsequentiellen Farbwiedergabe, bei dem die periodischen Störanteile durch
die durch einen Farbmodulator erzeugten Grundfarben hervorgerufen werden, und bei
dem die Grundfarben mit der Einrichtung zur Beseitigung der Störanteile so einstellbar
5 sind, dass die Farbtemperatur des wiedergegebenen Bildes abgleichbar ist.

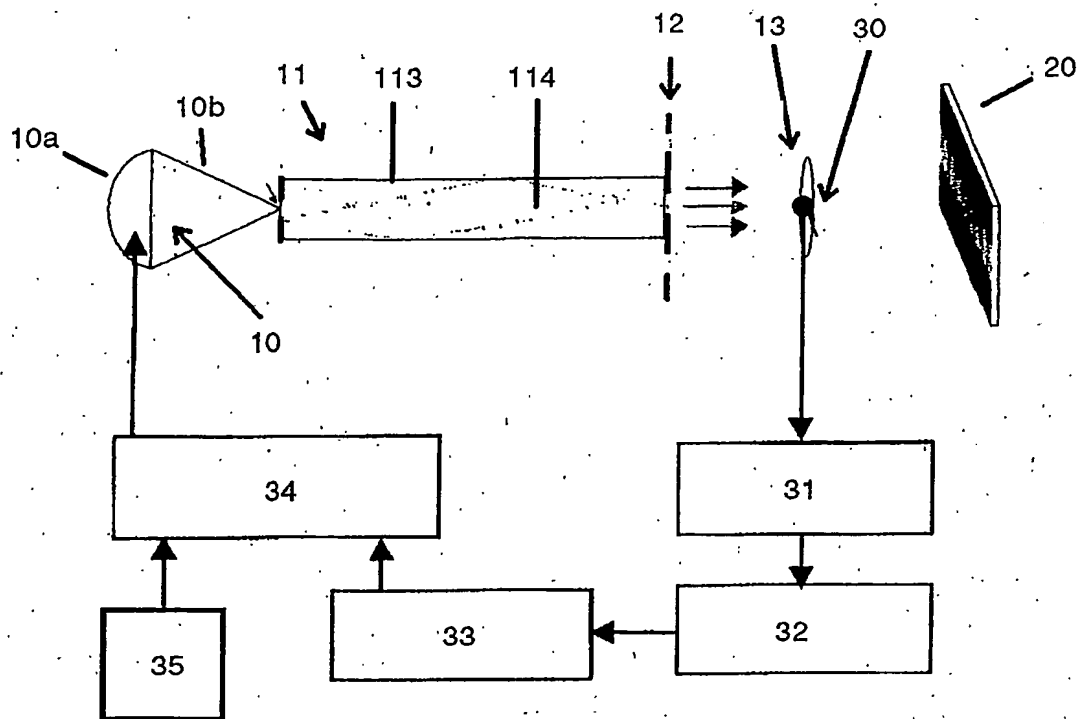


FIG. 1

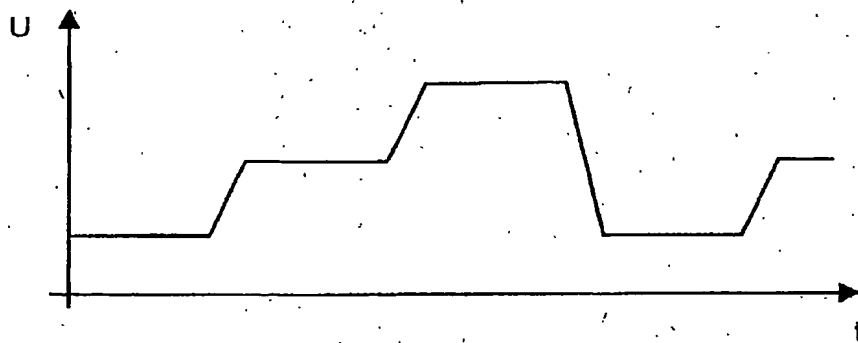


FIG. 2

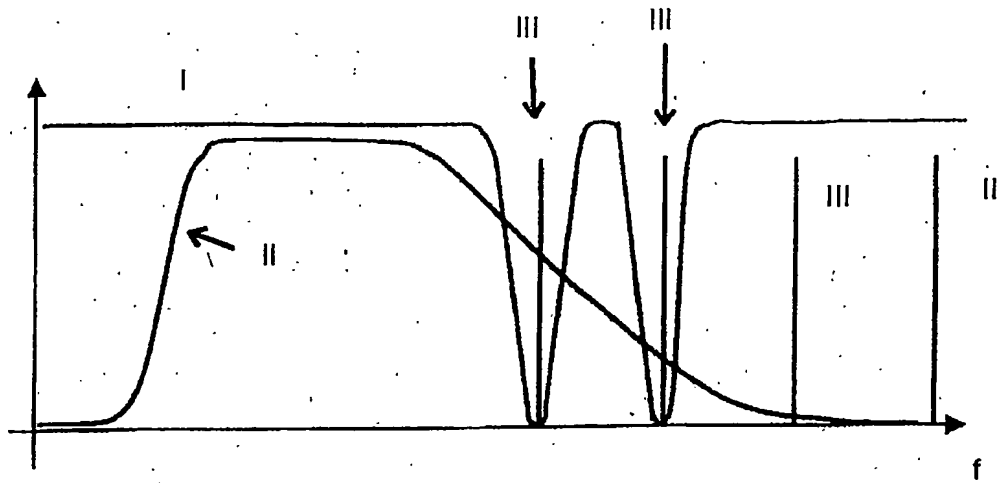


FIG. 3

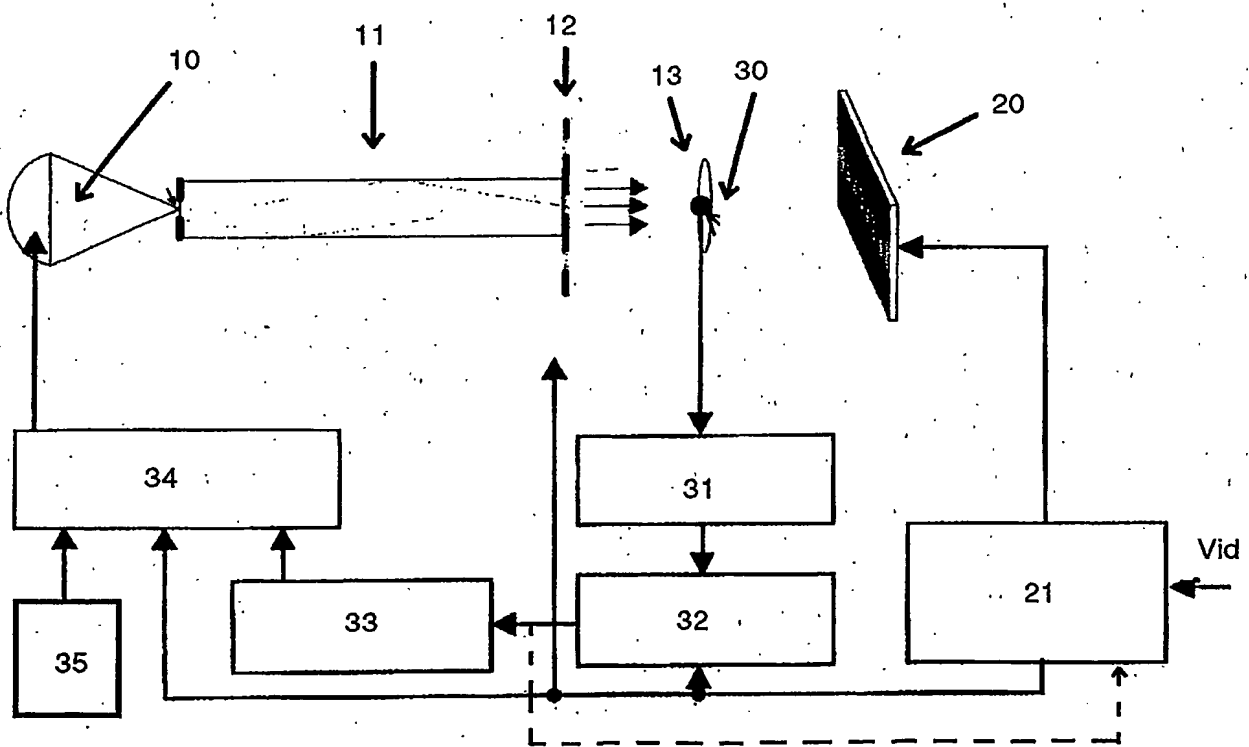


FIG. 4

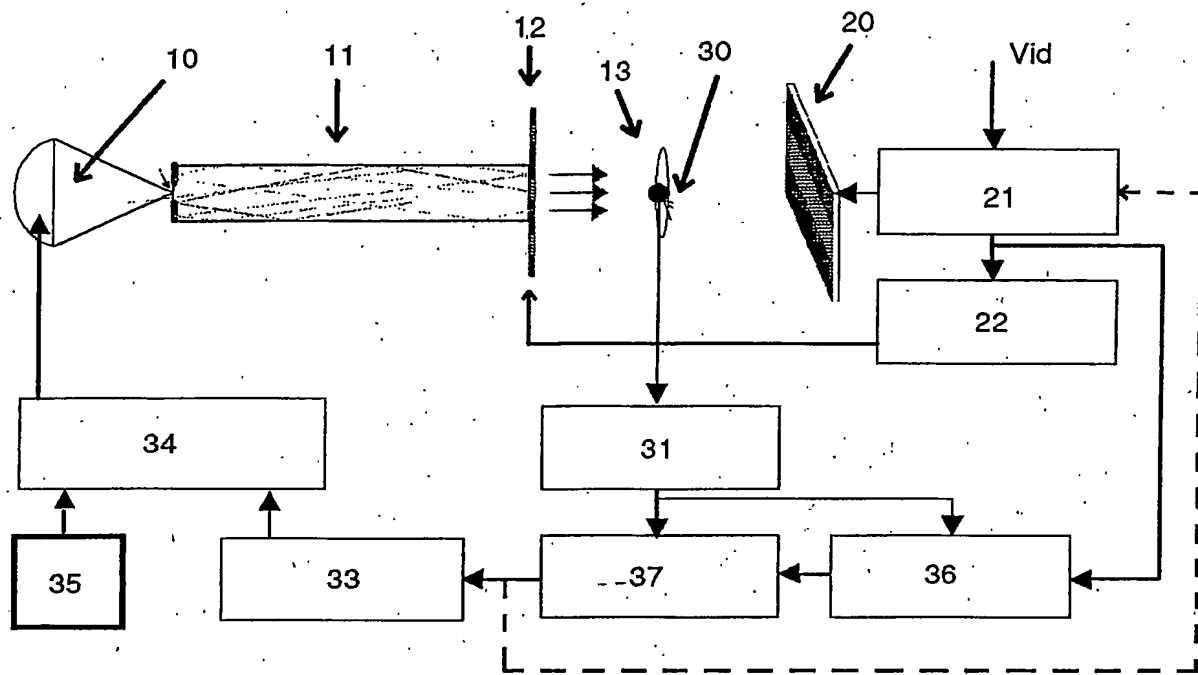


FIG. 5

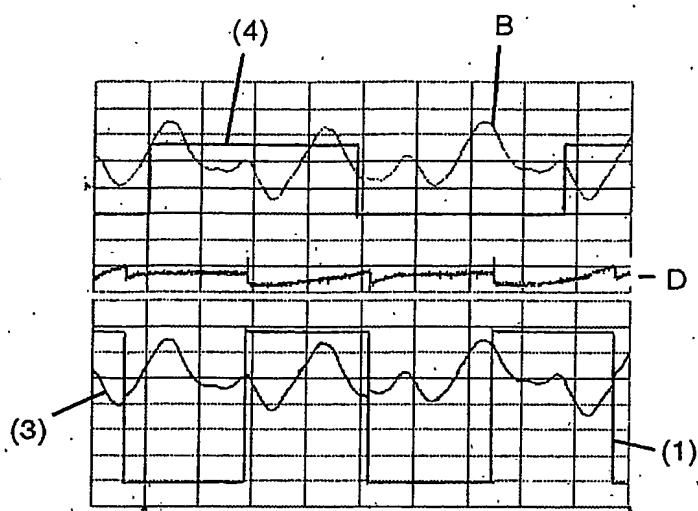


FIG. 6

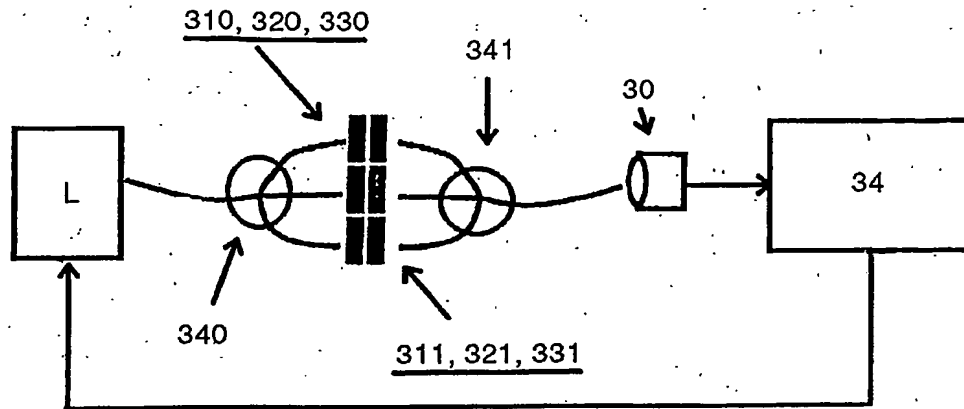


FIG. 7

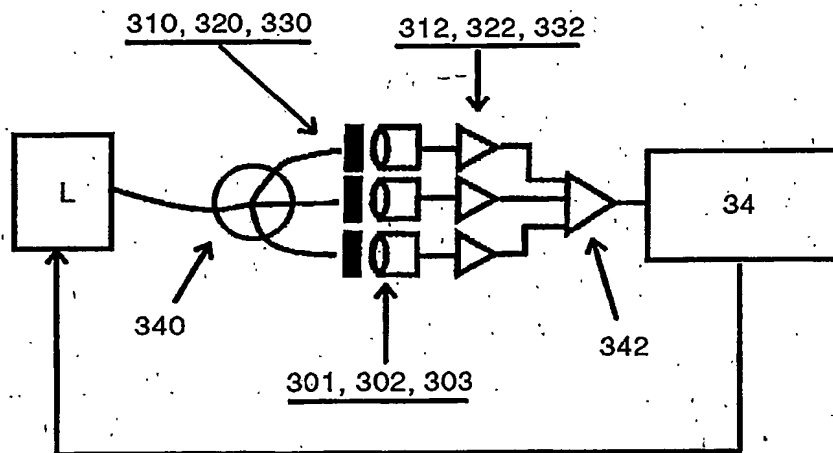


FIG. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKewed/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.